

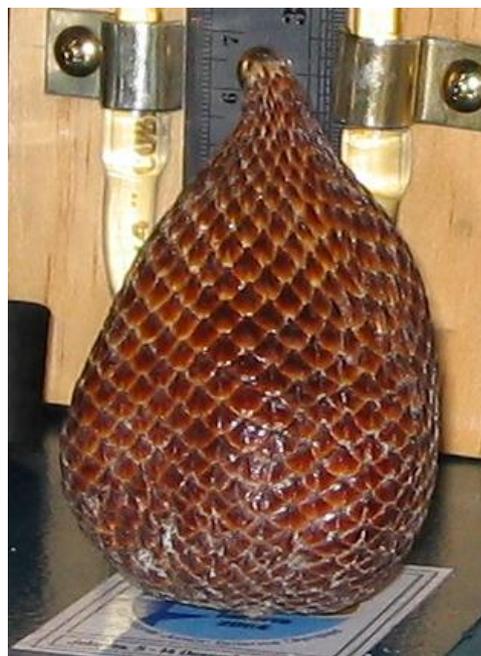
Экспериментальный Тур

11 декабря 2004 г.

Прочтите, пожалуйста, *внимательно* следующий текст перед проведением эксперимента.

ВВЕДЕНИЕ

Фрукт, находящийся перед вами, **Салак** или змеиный фрукт (*Salacca edulis*), — один из экзотических фруктов Индонезии. Он используется в данном эксперименте в качестве сырья для производства сидра (ферментированного фруктового сока). Содержащийся во фрукте сахар может использоваться некоторыми микроорганизмами, такими, как дрожжи, в качестве источника углерода в процессах ферментации. Сидр содержит некоторое количество алкоголя. В процессе ферментации выделяется некоторый газ.



БИОЛОГИЯ

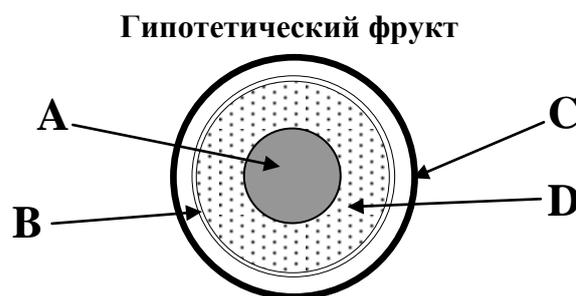
(5 баллов)

Задание

1. Вам выданы **целый** и **разрезанный поперёк** плоды салака. Также приведён рисунок гипотетического фрукта, имеющего все элементы строения, присущие фруктам. Вы можете снять твёрдую оболочку фрукта, но делать это следует **осторожно**. Разделите фрукт на дольки и снимите с них тонкую полупрозрачную кожицу. Рассмотрите остальные части фрукта. Схематично изобразите поперечный разрез салака и обозначьте основные элементы строения фрукта, используя обозначения таблицы 1. (2 балла)

Таблица 1

| I | II |
|---|---------------|
| A | косточка |
| B | плёнка дольки |
| C | кожура |
| D | мякоть |
| E | эндодерм |



2. В мякоти салака содержится около 20% сахара (по массе). Чистый экстракт салакового сока был получен из 250 г мякоти салака. Затем, добавлением чистой воды, объём раствора довели до 1 л. Сидр получается вкусным, если к полученному раствору добавить тростниковый сахар в количестве 15% (по массе) от массы 1 литра раствора. В тростниковом сахаре содержится 97% чистого сахара. Плотность раствора можно считать равной 1 г/см^3 .

Задание:

- a. Вычислите максимальное (предполагая, что весь сахар перешёл из плода в раствор) начальное процентное содержание сахара (по массе) в одном литре раствора мякоти салака. (1 балл)
- b. Каково максимальное процентное содержание сахара (по массе) в одном литре подслащённого раствора салакового сока, используемого для ферментации в описанном эксперименте. (2 балла)

ФИЗИКА

(9 баллов)

Изменения величин объёма, давления и числа молекул выделяющегося при ферментации газа, как функции времени, могут быть найдены по результатам измерений.

Цель работы

- a. Определение изменения объёма газа, выделяющегося при ферментации.
- b. Определение средней скорости выделения газа (моль/с).

Приборы и материалы

- a. Манометр, состоящий из U-образной трубки, заполненной пальмовым маслом, и подставки со шкалой (левая шкала — в сантиметрах). К манометру подсоединена пластиковая трубка, ведущая к резиновой пробке.
- b. Колба Эрленмейера на 100 мл.
- c. Секундомер.
- d. Миллиметровая бумага для построения графиков.
- e. Вазелин.
- f. Колба Эрленмейера на 200 мл с ферментированным раствором фруктового сока.

Некоторые данные:

$$1 \text{ атм} = 1,013 \cdot 10^5 \text{ Н/м}^2$$

$$\text{Уравнение состояния идеального газа } PV = \nu RT$$

$$\text{Универсальная газовая постоянная } R = 8,314 \text{ Дж} \cdot (\text{моль} \cdot \text{К})^{-1}$$

$$\text{Ускорение свободного падения } g = 9,81 \text{ м/с}^2$$

Диаметр трубки манометра 6,00 мм

Плотность пальмового масла 890 кг/м³

Проведение эксперимента

1. Запишите в вашу таблицу результатов уровень пальмового масла в U-образной трубке манометра по его шкале, когда уровни масла в правом и левом коленях трубки одинаковы. **Левое колено U-образной трубки соединено с пробкой колбы пластиковой трубкой.**
2. Снимите воздушный шарик с колбы Эрленмейера, содержащей ферментированный раствор салакового сока.

3. Осторожно перелейте раствор в колбу Эрленмейера (100 мл) до отметки 60 мл. Найдите деление шкалы манометра, соответствующее 50 см. Оно отмечено зелёной меткой. Объём газа в колбе и трубке, находящегося между поверхностью жидкости и этим делением равен $v = 75,0$ мл.
4. Вставьте резиновую пробку с трубкой в колбу Эрленмейера и убедитесь в отсутствии утечки газа. При необходимости воспользуйтесь вазелином. Наблюдайте за изменением уровня пальмового масла в U-образном манометре.
5. Определите для себя момент начала измерений ($t = 0$ с) и запишите в лист ответов начальный уровень масла в левом колене в этот момент.
6. Записывайте показания секундомера в моменты времени, соответствующие изменению уровня масла в левом колене манометра на каждые 10 мм, пока не наберётся 10 результатов. **При проведении измерений не дотрагивайтесь до колбы Эрленмейера, так как это моментально изменяет скорость выделения газа.**
7. **По окончании эксперимента выньте резиновую пробку из колбы.**
8. **Сохраните оставшийся ферментированный раствор для химического эксперимента.**

Задание:

1. Исходя из начального уровня масла, рассчитайте объём газа в начале вашего эксперимента. (1 балл)
2. Определите изменение объёма газа со временем, используя соответствующий график. (2,5 балла)
3. Определите среднюю скорость выделения газа (моль/с) в процессе ферментации, используя соответствующий график. Газ считайте идеальным. Для вычислений примите комнатную температуру равной 27°C . (3,5 балла)

(За правильные результаты измерений 2 балла)

При ответах на вопросы приводите все шаги, включая используемые формулы. Используйте для ответов таблицу в ответном листе, её свободные колонки тоже можно использовать для записи промежуточных и окончательных результатов.

При расчётах используйте систему единиц СИ.

Если вы не используете систему СИ в вычислениях, таблицах и графиках, с вас снимается 0,25 балла.

ХИМИЯ

(6 баллов)

Цель работы

Идентифицировать выделяемый газ и определить интервал возможных значений pH ферментированного раствора салакового сока.

Оборудование и материалы

| № | оборудование | № | материалы |
|---|--|---|--------------------------------------|
| 1 | Резиновая пробка с тремя пластиковыми трубками (1 шт.) | 1 | фенолфталеин |
| 2 | Пробирки (7 шт.) | 2 | метиловый красный |
| 3 | Держатель пробирок (1 шт.) | 3 | метиловый оранжевый |
| | | 4 | бромтимол синий |
| | | 5 | гидроксид кальция (известковая вода) |
| | | 6 | гидроксид натрия |
| | | 7 | гидроксид бария |
| | | 8 | салфетка |

Будьте внимательны и осторожны при обращении с реактивами!!!

NaOH и Ba(OH)₂ — едкие

Ca(OH)₂ — вызывает раздражение

Часть I. Идентификация газа, выделяющегося при ферментации (3,4 балла)

Проведение эксперимента

1. На вашем столе находятся три пробирки, помеченные буквами А, В, С и резиновая пробка с тремя пластиковыми трубками.
 - a. Пробирка А содержит гидроксид кальция.
 - b. Пробирка В содержит гидроксид бария.
 - c. Пробирка С содержит гидроксид натрия.
2. Вылейте оставшийся от предыдущего эксперимента ферментированный салаковый сок в 100 мл колбу Эрленмейера. Плотнo вставьте в колбу резиновую пробку с тремя трубками. Погрузите пластиковые трубки в пробирки А, В, С соответственно. Убедитесь в том, что концы всех пластиковых трубок погружены в жидкость. При наличии утечки газа смажьте пробку тонким слоем вазелина.
3. Аккуратно встряхните колбу Эрленмейера и наблюдайте реакции между выделяющимся газом и основными растворами в пробирках около пяти минут.

Задание

1. Занесите результаты наблюдений в таблицу. (0,9 балла)
2. Основываясь на своих наблюдениях взаимодействия газа с растворами, предскажите, какое (какие) соединение выпало в осадок. (0,5 балла)
3. Основываясь на своих наблюдениях, предскажите, какой газ выделяется в процессе ферментации. (0,5 балла)
4. Напишите сбалансированное уравнение реакций, проходивших в каждом основном растворе. (1,5 балла)

Часть II. Определение pH ферментированного раствора (2,6 балла)

Проведение эксперимента

В пластиковых бутылочках находятся четыре кислотно-основных индикатора: фенолфталеин, бромтимол синий, метиловый красный, метиловый оранжевый. Возьмите четыре пробирки, помеченных буквами D, E, F, G.

1. Заполните на одну треть каждую из четырёх пробирок (D, E, F, G) ферментированным салаковым соком.
2. Каждый индикатор добавьте в свою пробирку (по пять капель). Осторожно перемешайте содержимое каждой пробирки лёгким встряхиванием.
3. Наблюдайте цвета растворов в каждой пробирке.

| Индикатор | Интервал значений pH | Изменение цвета |
|---------------------|----------------------|------------------------|
| метиловый оранжевый | 3,1 — 4,4 | красный → жёлтый |
| метиловый красный | 4,4 — 6,2 | красный → жёлтый |
| бромтимол синий | 6,0 — 7,6 | жёлтый → синий |
| фенолфталеин | 8,3 — 10,0 | бесцветный → малиновый |

Задание

1. Запишите результаты ваших наблюдений в таблицу. (1 балл)
2. По цвету индикаторов в растворах определите диапазон возможных значений pH ферментированного салакового сока. (1 балл)
3. Исходя из величины pH ферментированного салакового сока, определите, чем является один из ферментированных продуктов. (0,6 балла)
 - a. Кислота
 - b. Основание
 - c. Соль